

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-135229

(43)公開日 平成11年(1999)5月21日

(51)Int.Cl.⁶

H 01 T 13/14

F 02 P 13/00

H 01 T 13/20

13/52

15/00

識別記号

3 0 1

F I

H 01 T 13/14

F 02 P 13/00

H 01 T 13/20

13/52

15/00

3 0 1 J

B

C

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 28 頁)

(21)出願番号

特願平10-224593

(22)出願日

平成10年(1998)8月7日

(31)優先権主張番号

特願平9-252866

(32)優先日

平9(1997)9月1日

(33)優先権主張国

日本 (JP)

(71)出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

(72)発明者 松原 佳弘

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72)発明者 吉田 和正

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72)発明者 国分 昭男

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(74)代理人 弁理士 菅原 正倫

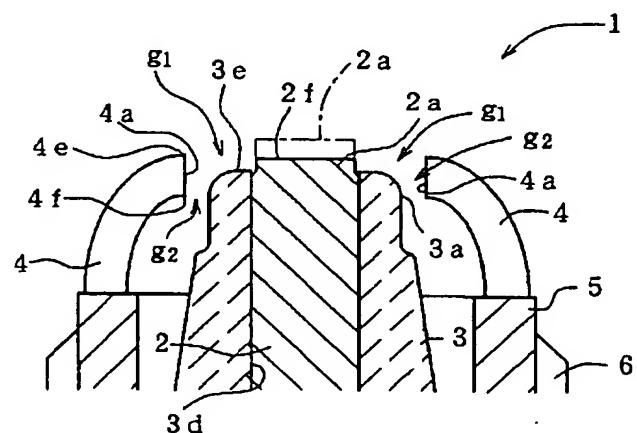
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スパークプラグ及びそれを用いた内燃機関用点火システム

(57)【要約】

【課題】 耐汚損性に優れてチャンネリングが生じにくく、耐久性に極めて優れたスパークプラグと、それを用いた内燃機関用点火システムを提供する。

【解決手段】 スパークプラグ1は中心電極2と、先端側に発火面4aが形成されて、その発火面4aが中心電極2の側面と対向するように配置された接地電極4と、中心電極2の外側を覆うとともに、先端部3aが中心電極2の側面と接地電極4の発火面4aとの間に入り込む位置関係で配置される絶縁体3とを備える。そして、中心電極2と接地電極4とは、中心電極2側が正、接地電極4側が負となる極性で放電用高電圧が印加されるようになっており、当該高電圧の印加により接地電極4の発火面4aと中心電極2の先端部との間で火花放電する。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 中心電極と、

先端側に発火面が形成されて、その発火面が前記中心電極の側面と対向するように配置された接地電極と、前記中心電極の外側を覆うとともに、先端部が前記中心電極の側面と前記接地電極の前記発火面との間に入り込む位置関係で配置される絶縁体とを備え、前記中心電極と前記接地電極とは、中心電極側が正となる極性で放電用高電圧が印加されるようになっており、当該高電圧の印加により前記接地電極の前記発火面と前記中心電極の先端部との間に火花放電することを特徴とするスパークプラグ。

【請求項2】 前記火花放電による火花は、前記絶縁体の先端部表面に沿う経路で伝播しうるものである請求項1記載のスパークプラグ。

【請求項3】 前記中心電極の先端部の軸断面径が0.6～2.2mmの範囲で調整されている請求項1又は2に記載のスパークプラグ。

【請求項4】 前記中心電極は、先端面が前記絶縁体の先端面と面一又はそれよりも突出して位置するものとされ、その突出高さ t が1mm以下の範囲で調整されている請求項1ないし3のいずれかに記載のスパークプラグ。

【請求項5】 前記中心電極は、その先端面が前記絶縁体の先端面よりも該絶縁体内部に引っ込んで位置するものとされ、その引っ込み深さ t' が0.3mm以下の範囲で調整されている請求項1ないし3のいずれかに記載のスパークプラグ。

【請求項6】 前記絶縁体の外側を覆う筒状の主体金具が設けられ、

前記接地電極の基端側が前記主体金具の端部に接合される一方、先端側は前記中心電極側に曲げ返されて、その端面が前記絶縁体先端部を間に挟んで前記中心電極の側面と対向するように配置され、当該端面が前記発火面を形成するとともに、

前記中心電極の軸線方向において該中心電極の先端面側を前方側、これと反対側を後方側として、前記絶縁体の先端面が前記接地電極の端面の後方側の縁よりも前方側に位置しており、かつ前記軸線方向において、前記接地電極の端面の前方側の縁と前記絶縁体の先端面との間の距離 h が0.7mm以下の範囲で調整されている請求項1ないし5のいずれかに記載のスパークプラグ。

【請求項7】 前記中心電極の軸線方向において、前記接地電極の端面の後方側の縁から前方側の縁までの距離を H 、同じく前記絶縁体の先端面から前記接地電極の端面の前方側の縁までの距離を h として、 h/H が0.5以下に設定されている請求項1ないし6のいずれかに記載のスパークプラグ。

【請求項8】 前記接地電極は、前記中心電極の軸線周りに複数配置されている請求項1ないし7のいずれかに

記載のスパークプラグ。

【請求項9】 前記接地電極の前記発火面の少なくとも一部を含む部分が、 R_u 、 R_h 、 P_d 、 O_s 、 I_r 、及び P_t の少なくともいずれかを主成分とする金属ないし該金属を主体とする複合材料で形成されている請求項1ないし8のいずれかに記載のスパークプラグ。

【請求項10】 請求項1ないし9のいずれかに記載のスパークプラグと、

前記スパークプラグの前記中心電極側と前記接地電極側とに対し、中心電極側が正となる極性で放電用高電圧を印加する高電圧印加手段とを備えたことを特徴とする内燃機関用点火システム。

【請求項11】 前記スパークプラグを複数含んで構成され、それらスパークプラグがすべて前記高電圧印加手段により、中心電極側が正となる極性で放電用高電圧が印加されるようになっている請求項10記載の内燃機関用点火システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、内燃機関用のスパークプラグと、それを用いた内燃機関用点火システムとに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より、耐汚損性を改善した内燃機関用のスパークプラグとしてセミ沿面放電型と呼ばれるものが知られている。これは、通常のスパークプラグと同様に、中心電極と、その周りを覆う絶縁体と、先端側に発火面が形成されて、その発火面が中心電極の側面と対向するように配置された接地電極とを備えるが、絶縁体の先端部が中心電極と接地電極の発火面との間に入り込む位置関係で配置されており、絶縁体先端部の表面に沿う形で火花放電を起こさせるようにしたものである。電極温度が450℃以下の低温環境でスパークプラグが長時間使用されると、いわゆる「燃り」や「かぶり」の状態となり、絶縁体表面がカーボンなどの導電性汚損物質で覆われて作動不良が生じやすくなる。しかしながら、上記セミ沿面型のスパークプラグによれば、絶縁体表面を這う形で火花放電が生ずるため、汚損物質が絶えず焼き切られる形となり、気中放電型のスパークプラグと比べて耐汚損性が向上する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、従来のセミ沿面放電型スパークプラグは、図6に示すように中心電極2側が負、接地電極4側が正となるように電圧印加され、絶縁体3の表面を這う形の火花が頻繁に発生する。こういう状態では、絶縁体3の表面が溝状に削られる、いわゆるチャンネリングが生じやすくなることが知られている。チャンネリングが進行すると、スパークプラグの耐熱性が損なわれたり、あるいは信頼性が低下するなどの不具合が生じやすくなる。特に、近年はエンジンの

(3)

3

高出力化に伴い、さらに耐久性に優れたスパークプラグが求められており、チャンネリングの防止ないし抑制に対する要求も厳しくなってきている。

【0004】本発明の課題は、耐汚損性に優れてしまつてもチャンネリングが生じにくく、良好な耐久性を有するスパークプラグと、それを用いた内燃機関の点火システムとを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段及び作用・効果】上述の課題を解決するために、本発明のスパークプラグは下記のように構成されることを特徴とする。すなわち、該スパークプラグは中心電極と、先端側に発火面が形成され、その発火面が中心電極の側面と対向するように配置された接地電極と、中心電極の外側を覆うとともに、先端部が中心電極の側面と接地電極の発火面との間に入り込む位置関係で配置される絶縁体とを備える。そして、中心電極と接地電極とは、中心電極側が正となる極性で放電用高電圧が印加されるようになっており、当該高電圧の印加により接地電極の発火面と中心電極の先端部との間で火花放電する。なお、放電用高電圧は、点火の際に中心電極側が例えば常時正となる極性で印加される。

【0006】上述の構成のスパークプラグは、絶縁体の先端部が接地電極の発火面と中心電極の側面との間に入り込む形で配置されており、火花放電による火花が絶縁体の先端部表面に沿う経路で伝播する、いわゆるセミ沿面放電型スパークプラグとして機能しうるものである。そして、その最大の特徴は、従来のセミ沿面型スパークプラグと全く逆の極性、すなわち中心電極側が正となる極性で放電用高電圧が印加される点にある。本発明者らは、これにより従来のセミ沿面放電型のスパークプラグと同等ないしそれ以上の耐汚損性を確保しつつ、しかも絶縁体へのチャンネリングの発生を劇的に低減することができ、極めて長寿命のスパークプラグを実現することに成功したのである。

【0007】また、本発明の内燃機関用点火システムは、上記スパークプラグと、該スパークプラグの中心電極と接地電極とに対し、中心電極側が正となる極性で放電用高電圧を印加する高電圧印加手段とを備えたことを特徴とする。これにより、点火システムに使用されるスパークプラグの耐汚損性を確保しつつ、しかもその絶縁体へのチャンネリングの発生を劇的に低減することができ、スパークプラグの長寿命化を図ることができる。なお、高電圧印加手段は放電用高電圧を、点火の際に中心電極側が例えば常時正となる極性で印加する。

【0008】本発明の構成により、スパークプラグの耐汚損性を損なうことなくチャンネリングの発生も抑制できる原因として、次のようなことが推測される。すなわち、図5に示すように、電圧印加の極性を中心電極

うち、中心電極(2)の軸線方向において該中心電極(2)の先端面側を前方側、これと反対側を後方側として、後方側の縁(4f)での火花発生頻度が低下する一方、同じく前方側の縁(4e)での火花発生頻度が増加しやすくなる。これにより、該前方側の縁(4e)を放電路の一方の端として、絶縁体(3)の表面から離間する放電路に沿った火花放電が生じやすくなる。

【0009】このような火花は該絶縁体(3)の表面を這いにくく、結果として絶縁体(3)表面への火花アタック、すなわちチャンネリングが起りにくく環境が形成されるものと考えられる。その一因としては、図5(a)に示すように中心電極(2)の極性が正なので、絶縁体(3)の表面が誘電分極により主に負帯電状態となり、後方側の縁(4f)側から火花が発生するよりも前方側の縁(4e)側から発生したほうが、放電路の絶縁耐力が弱くなることが考えられる。この場合、火花に含まれる負電荷粒子の流れは、絶縁体(3)の表面に沿う経路での伝播も生ずるもの、静電反発作用によりどちらかといえば負帯電の絶縁体(3)表面を迂回して伝播する傾向が強くなる。これにより、絶縁体(3)表面を這う火花伝播の確率が低くなり、火花アタックによるチャンネリングが生じにくくなる。これに対し、図6に示す従来の構成では、中心電極(2)が負帯電となるため、絶縁体(3)の表面は逆に正帯電となり、絶縁体(3)の表面に火花が引き寄せられる傾向が強まって、チャンネリングを起こしやすくなるものと考えられる。また、該従来の構成では、火花は絶縁体(3)表面を這った後、後方側の縁(4f)へ向かう方が気中放電路の長さが短くなるので、該縁(4f)が放電路の端となる確率が増大するとも考えられ、これもチャンネリング抑制の点からは不利に働くと考えられる。

【0010】また、別の要因としては次のようなことも考えられる。スパークプラグの電極間に高電圧を印加した場合、火花放電が発生するのに先だってコロナ放電が発生する。これは、電極間電圧の上昇に伴い、表面電界の大きい場所で部分的に絶縁破壊が起こって現われる発光現象であるといわれている。このコロナ放電の形態が、これに引き続いて発生する火花放電(さらには、グロー放電、あるいは電極消耗が進むので好ましくはないがアーカ放電)の挙動を支配すると考えられる。

【0011】ところで、コロナ放電の形態は、正極側と負極側とでは挙動が異なることが知られている。例えば、針電極を面電極に対向させ、針電極側を正として電極間電圧を上げてゆくと、電圧の低い段階ではグローコロナ(尖端放電の一種である)と呼ばれる薄い光膜が発生するに留まるが、電圧が上昇すると、電極尖端から樹枝状の発光部が音を伴いながら断続的に激しく伸びる、ブランシ放電と呼ばれる状態に移行しやすることが知られている。なお、ブランシ放電は、初期段階のブランシコロナと、より火花放電に近づくストリーマコロナとに区

(4)

5

別されることもある（「高電圧工学」、42頁、1971年、朝倉書店）。これに対し、針電極側を負とした場合は、上記のような放電形態の変化が明瞭でなくなり、電圧を上昇させてもグローコロナに近い放電状態が電極尖端付近で持続し、樹枝状の発光には進展しにくい。

【0012】これを、スパークプラグの電極間放電に当てはめて考えてみる。まず、図6に示す従来の構成のように中心電極（2）を負極とした場合には、接地電極（4）の縁（4e）、（4f）をいわば負極尖端として、例えばブラシ放電形態で進展したコロナが中心電極（2）に到達し、火花放電のブレークダウンに至ると考えられる。この場合、接地電極（4）における後方側の縁（4f）の電界強度が一番強くなるため、それにより完成される放電路は絶縁体（3）を這いやすくなる。

【0013】一方、図5（a）に示すように、電圧印加の極性を中心電極（2）側で正とする本発明の構成の場合、中心電極（2）の縁（2e）が負極尖端となり、ここから進展したコロナが接地電極（4）に到達しブレークダウンに至ると考えられる。このとき、接地電極

（4）は絶縁体（3）と気中を隔てているため、電界の集中は絶縁体（3）の影響を受けにくい。従ってそれにより完成される放電路は絶縁体（3）から少し浮く形となり、火花アタックによるチャンネリングが生じにくくなるものと考えられる。また、このようにコロナが絶縁体（3）の側から延びるために、絶縁体（3）の貫通が起これにくくなる。その理由としては、図6に示す従来の構成では、接地電極（4）側からコロナが延びるため、絶縁体（3）に対し高電圧のストレスを直接与えることとなるが、図5（a）に示すような本発明の構成であれば、絶縁体（3）に印加される電圧が小さくなるためであると考えられる。

【0014】一方、図7に示すように、汚損が進行して絶縁体（3）の表面にカーボン等の導電層（F）が形成されると該表面の電気抵抗が小さくなり、接地電極（4）との距離が近い絶縁体（3）との間で火花が飛びやすくなる。この火花放電により上記導電層（F）が焼き切られるので、スパークプラグの耐汚損性が向上する。

【0015】すなわち、上記観点から見た場合、本発明のスパークプラグは次の構成を有していると見ることもできる。すなわち、該スパークプラグは、中心電極と、先端側に発火面が形成されて、その発火面が中心電極の側面と対向するように配置された接地電極と、中心電極の外側を覆うとともに、先端部が中心電極と接地電極の発火面との間に入り込む位置関係で配置される絶縁体とを備える。また、中心電極と接地電極とは、中心電極側が正、接地電極側が負となる極性で放電用高電圧が印加されるようになっており、当該高電圧の印加により接地電極の発火面と中心電極の先端部との間で火花放電する。一方、絶縁体表面に導電性付着物が付着して、接地

電極と該絶縁体との間の放電電圧が接地電極と中心電極との間の放電電圧よりも低くなつた場合には、それら接地電極と絶縁体との間に火花を生じさせて上記導電性付着物を焼失させるようする。

【0016】なお、上記機構においては、非汚損時においては接地電極と中心電極との間で専ら気中放電し、汚損が進行した場合には、接地電極と絶縁体表面の導電性付着物層との間で気中放電した後、該付着物層を通じて中心電極まで電流が流れ、結果として沿面放電が介在しなくなることもありうる。

【0017】上記スパークプラグ及び点火システムにおいては、中心電極の先端部の軸断面径を小さくするほど中心電極先端部体積が減少して、着火により生じた炎の熱を奪いにくくなり、プラグの着火性が向上する。また、火花発生により清浄化すべき中心電極先端部あるいは絶縁体先端部の表面積も減少することから、プラグの耐汚損性を向上させることができる。一方、チャンネリング抑制の観点からみれば、逆に軸断面径を大きくする方が放電路が分散しやすいので有利ということもできる。そして、両者のバランスを考慮すれば、上記中心電極の先端部の軸断面径を0.6～2.2mmの範囲で調整するのがよい。軸断面径が0.6mm未満になると、チャンネリング抑制効果が不十分となる場合がある。一方、先端部の軸断面径が2.2mmを超えると、耐汚損性が十分に確保できなくなる場合がある。なお、中心電極の先端部の軸断面径は、より望ましくは1～1.8mmの範囲で調整するのがよい。

【0018】次に、中心電極は、先端面が絶縁体の先端面と面一又はそれよりも突出して位置するように構成することができる。一方、中心電極は、その先端面が絶縁体の先端面よりも該絶縁体内部に引っ込んで位置する。うに構成することもできる。この場合、中心電極先端面の絶縁体先端面からの突出高さtが小さくなるほど、中心電極の周囲に形成される火花の伝播経路が分散しやすくなり、プラグの耐チャンネリング性と耐汚損性とが向上する。一方、中心電極の引っ込み深さt'が大きくなるほど、火花の伝播経路が絶縁体表面に近づきやすくなり、いわば火花が絶縁体表面に押しつけられる形となつて耐チャンネリング性が悪化する。よって、中心電極を絶縁体から突出させる場合にはその突出高さtを1mm以下とし、逆に引っ込ませる場合はその引っ込み深さt'を0.3mm以下の範囲で調整するのがよい。突出高さtが1mmを超えるとスパークプラグの耐チャンネリング性と耐汚損性とが不十分となる場合がある。該突出高さtはより望ましくは0.5mm以下に設定するのがよい。一方、引っ込み深さt'が0.3mmを超えると耐チャンネリング性が不足する場合がある。該引っ込み深さt'は、より望ましくは0.1mm以下で調整するのがよい。

【0019】また、本発明のスパークプラグは、絶縁体

(5)

7

の外側を覆う筒状の主体金具を設け、接地電極の基端側を主体金具の端部に接合し、先端側を中心電極側に曲げ返して、その端面が絶縁体先端部を間に挟んで中心電極の側面と対向するように配置し、当該端面が発火面を形成するように構成することができる。この場合、中心電極の軸線方向において該中心電極の先端面側を前方側、これと反対側を後方側として、絶縁体の先端面は接地電極の端面の後方側の縁よりも前方側に位置するように構成する。これにより、スパークプラグの耐チャンネリング性がさらに向上する。理由としては、図5(a)に示すように、接地電極(4)の端面の後方側の縁(4f)を端とする放電路は、絶縁体(3)によってブロックされる形となるので、気中型放電が主体となる前方側の縁(4e)からの放電が起こりやすくなることが考えられる。

【0020】この場合、中心電極の軸線方向において、接地電極の端面の前方側の縁と絶縁体の先端面との間の距離hを0.7mm以下、より望ましくは0.5mm以下の範囲で調整するのがよい。また、中心電極の軸線方向において、接地電極の端面の後方側の縁から前方側の縁までの距離をH、同じく絶縁体の先端面から接地電極の端面の前方側の縁までの距離をhとして、 h/H を0.5以下とするのがよい。 h ないし h/H をこのように設定することで、接地電極の端面の後方側の縁を放電路の端とする火花（すなわち、絶縁体の表面を這いやすい火花）の発生頻度が減少し、耐チャンネリング性をより良好なものとすることができます。さらに、 $H-h$ 、すなわち、絶縁体先端面の接地電極の端面の後方側縁からの突出量を1.2mm以下とするのがよい。これにより、接地電極の端面の後方側縁が放電路の端となっても、火花は絶縁体の表面を強くアタックしにくくなるので、スパークプラグの耐チャンネリング性を向上させることができる。

【0021】なお、上記本発明のスパークプラグにおいて接地電極は、中心電極の軸線周りに複数配置することができる。これにより、中心電極の軸線周り周方向において複数ヶ所で火花が発生しうるようになるので、スパークプラグの耐汚損性をさらに向上させることができる。

【0022】また、上記本発明のスパークプラグにおいて接地電極の発火面の少なくとも一部は、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、及びPtの少なくともいずれかを主成分とする金属ないし該金属を主体とする複合材料で形成することができる。一般に、負電位の電極は、放電によって生じる陽イオンが衝突することにより消耗しやすいため、正電位の電極よりも消耗が大きい。したがって、このように構成することによって消耗の大きい負電位の電極である接地電極(4)の耐消耗性を向上させることができる。

【0023】この場合、接地電極の端面の後方側の縁か

ら前方側の縁までの距離をHとし、該端面の後方側の縁からH/2よりも先端側に位置する領域の少なくとも一部を、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、及びPtの少なくともいずれかを主成分とする金属ないし該金属を主体とする複合材料で形成することが望ましい。すなわち、先にも説明したように、放電路は絶縁体から少し浮いた形で形成されやすい傾向があり、接地電極の端面の後方側領域が放電のアタックを受けやすくなる。そこで、これを少なくとも上記材質の発火部として、耐消耗性をさらに向上させることができる。なお、上記金属ないし複合材料で形成される領域は、前記H/2よりも後端側に拡張されていてもよい。

【0024】なお、中心電極の先端部において、少なくともその先端面の外周縁を含む部分を、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、及びPtの少なくともいずれかを主成分とする金属ないし該金属を主体とする複合材料で形成することもできる。これにより、中心電極の耐消耗性も向上させることができる。

【0025】また、上記本発明の内燃機関用点火システムは、上基本発明のスパークプラグを複数含むものとして構成することができる。この場合、それらスパークプラグがすべて、高電圧印加手段により、中心電極側が正となる極性で、放電用高電圧が印加されるものとすることができます。これにより、各スパークプラグの耐汚損性を確保しつつ、絶縁体へのチャンネリングの発生を劇的に低減することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明のいくつかの実施の形態を図面に示す実施例により説明する。図1に示す本発明の一例たるスパークプラグ1は、筒状の主体金具5、先端部が突出するようにその主体金具5に嵌め込まれた絶縁体3、その絶縁体3の内側に設けられた中心電極2、及び主体金具5に基端側が結合され、絶縁体3の先端部を間に挟んで中心電極2の側面と先端側が対向するように配置された接地電極4等を備えている。

【0027】中心電極2及び接地電極4は、ともにNi合金（例えばインコネル等のNi基耐熱合金）で構成されており、熱引きを改善するために必要に応じて内部に熱伝導性の良好なCu（あるいはその合金）の芯材（図示せず）が埋設される。また、絶縁体3は、例えばアルミニナあるいは窒化アルミニウム等のセラミック焼結体により構成され、図2に示すように、その内部には自身の軸方向に沿って中心電極2を嵌め込むための孔部3dを有している。また、主体金具5は、低炭素鋼等の金属により円筒状に形成されており、スパークプラグ1のハウジングを構成するとともに、その外周面には、図1に示すように、スパークプラグ1を図示しないシリンダヘッドに取り付けるためのねじ部6が形成されている。なお、図2に示すように、接地電極4は中心電極2の両側に各1ずつの計2つ設けられており、それぞれ端面（以

(6)

9

下、発火面ともいう) 4 aが、中心電極2の先端部2 aの側面とほぼ平行に対向するように曲げて形成される一方、他端側は主体金具5に対して溶接等により固着・一体化されている。なお、接地電極4の数は1つのみでもよく、また図12 (a) ~ (c) に示すように、接地電極4は複数設けるようにしてもよい。例えば図12

(b)においては3つの接地電極4が、また同図(c)においては4つの接地電極4が、それぞれ中心電極2の軸線周りにおいてほぼ等角度間隔で配置されている。

【0028】図2に戻り、絶縁体3は先端部3 aが中心電極2の側面と接地電極4の発火面4 aとの間に入り込む位置関係で配置されている。図2においては、中心電極2の軸線方向において該中心電極2の先端面側を前方側、これと反対側を後方側として、絶縁体3の先端面3 eは、接地電極4の端面4 aの後方側の縁4 fよりも前方側に位置している。一方、中心電極2の先端面2 fは、絶縁体3の先端面3 eよりも所定高さだけ突出して配置されている。なお、同図においては、中心電極2の先端面2 fは、接地電極4の発火面4 aの先端縁4 eとほぼ一致する位置関係となっているが、一点鎖線で示すように、これを該先端縁4 eよりも突出させるようにしてもよく、また図10に示すように引っ込ませるようにしてもよい。

【0029】図2に戻り、スパークプラグ1の中心電極2と接地電極4とは、中心電極2側が正となる極性で、点火のための放電用高電圧が印加されるようになっている。図3は、そのような放電用高電圧を印加するためのイグニッションシステム(高電圧印加手段)の構成例を示している。すなわち、該イグニッションシステム49においては、各スパークプラグ1は接地電極4側が接地される一方、中心電極2側はディストリビュータ50に接続されている。なお、イグニッションシステム49は、スパークプラグ1とともに本発明の内燃機関用点火システムを構成する。

【0030】イグニッションコイル51は、その一次コイル52がイグニッションスイッチ57を介してバッテリ56から受電するとともに、パワートランジスタ等の無接点スイッチ部と周辺の制御回路とからなる公知の構成のイグナイタ54に接続される一方、二次コイル53はディストリビュータ50に接続されている。そして、制御用CPUを含んで構成された制御ユニット55が所定の着火タイミングでイグナイタ54に遮断指令信号を発すると、イグナイタ54は無接点スイッチ部を作動させて一次コイル52への通電を遮断する。これにより、二次コイル53には高圧の誘導電流が発生し、これがディストリビュータ50により各スパークプラグ1に分配される。ここで、ディストリビュータ50(すなわち中心電極2)への接続端子側が正となる誘導電流が二次コイル53に発生するように、バッテリ56の接続極性と、一次コイル52及び二次コイル53の巻線方向とが

50

定められている。

【0031】一方、図4に示すイグニッションシステム49は、ディストリビュータ50を使用せず、各スパークプラグ1に対し個別のイグニッションコイル51により直接的に電圧印加するように構成されている。この場合、イグナイタ54は、個々のイグニッションコイル51に対応したトランジスタ等の無接点スイッチ部を有し、それら無接点スイッチ部は制御ユニット55の対応する出力ポートから個別に遮断指令信号を受けて、所定のタイミングで遮断駆動されるようになっている。この場合は、スパークプラグ1への接続端子側が正となる誘導電流が各二次コイル53に発生するように、中心電極2へのバッテリ56の接続極性と、各一次コイル52及び二次コイル53の巻線方向とが定められている。また、各イグニッションコイル51とスパークプラグ1の間には、イグナイタ54内の無接点スイッチ部を遮断状態から導通状態に復帰させる際に、スパークプラグ1に再通電することを阻止するためのダイオード51aが設けられている。

【0032】ところで、上記イグニッションシステム49は専用のものを新たに作製してもよいが、スパークプラグ1の中心電極2側が負となるように電圧印加極性が定められた既存のイグニッションシステムを一部仕様変更する形で流用できる場合もある。例えば、図17

(a)に示すように、既存のイグニッションシステムでは一次コイル52の負端子52aがバッテリ56側のソケット59に接続され、同じく正端子52bがイグナイタ54側のソケット58に接続されているが、同図

(b)に示すように、この接続関係を反転させれば本発明に適した電圧印加極性が得られる。

【0033】一方、イグニッションシステムの根本的大設計変更が許される場合には、次のような方法も可能である。例えば、図18 (a)に示すように、二次コイル53のスパークプラグ1側への出力極性が負となるように、既存のイグニッションシステムが設計されている場合は、本発明の点火システムに適合させるためにこれを、例えば同図(b)のように、二次コイル53あるいは一次コイル52のいずれかの巻線方向が逆となるように設計変更すればよい。また、(c)のように二次コイル53とディストリビュータ50及びイグナイタ54との接続関係が反転するように設計変更してもよい。

【0034】以下、スパークプラグ1の作動について説明する。すなわち、スパークプラグ1はそのねじ部6

(図1)においてガソリンエンジン等の内燃機関に取り付けられ、燃焼室に供給される混合気への着火源として使用される。ここで、該スパークプラグ1は、図3ないし図4に示すイグニッションシステム49により、中心電極2側が正、接地電極4側が負となるように放電用高電圧が印加される。これにより、図5に示すように、接地電極4の発火面4 aと中心電極2の先端部2 aとの間

(7)

11

で放電により火花Sが発生し、混合気に着火を行う。ここで、絶縁体3の先端部3aは発火面4aと中心電極2の側面との間に入り込む形で配置されており、火花Sが絶縁体3の先端部表面に沿う経路で伝播するセミ沿面放電型スパークプラグとして機能しうるものとなつてゐる。しかしながら、その電圧印加極性は図6に示す従来型のスパークプラグとは逆、すなわち中心電極2側が正となっており、これによって耐汚損性を確保しつつ、しかも絶縁体3へのチャンネリングの発生を劇的に低減することが可能となる。以下、本実施例のスパークプラグ1と従来のスパークプラグとの、推測される放電挙動の差異について説明する。

【0035】まず、実施例のスパークプラグでは、図5(a)に示すように絶縁体3の表面は、中心電極2が正帯電であるため誘電分極により負帯電状態になるものと推測される。そして、負電荷粒子の流れとして形成される火花は、絶縁体3の表面に沿う経路での伝播も生ずるもの、静電反発作用によりどちらかといえば負帯電の絶縁体3表面を迂回して伝播する傾向が強くなると思われる。これにより、絶縁体3表面を這う火花伝播の確率が低くなり、火花アタックによるチャンネリングが生じにくくなるものと考えられる。これに対し、図6に示す従来のスパークプラグの構成では、中心電極2が負帯電となるため、絶縁体3の表面は逆に正帯電となり、絶縁体3の表面に火花が引き寄せられる傾向が強まって、チャンネリングを起こしやすくなるものと考えられる。

【0036】また、電圧印加の極性を中心電極2側で正とした実施例の構成の場合は、負とした場合(図6)と比べて、接地電極4の縁(エッジ)のうち、中心電極2の軸線方向において該中心電極2の先端面側を前方側、これと反対側を後方側として、後方側のもの4fでの火花発生頻度が低下する一方、同じく前方側のもの4eでの火花発生頻度が増加しやすくなる。これにより、絶縁体3表面への火花アタックすなわちチャンネリングが一層起りにくく環境が形成されることとなる。これは、絶縁体3表面が負帯電であるため、該表面を迂回する火花放電を考えた場合、後方側の縁4f側から火花が発生するよりも前方側の縁4e側から発生したほうが、火花の気中放電路の長さが短くなるためであると考えられる。一方、絶縁体3表面が正帯電となる図6の従来のスパークプラグの構成では、火花は絶縁体3表面を這つた後、後方側の縁4f側へ向かう方が気中放電路の長さが短くなるので、該縁4fへ向かう火花発生頻度が圧倒的に高くなり、チャンネリングも生じやすくなると考えられる。

【0037】また、別の要因としては次のようなことも考えられる。一般に正極側のコロナはグローコロナからブレシコロナとなりさらにストリーマコロナに発展しやすい。それに対し、負極側のコロナはその場にとどまり進展しにくい。例えば、図6に示す従来の構成のように

中心電極2を負極とした場合には、接地電極4の縁4e、4fから進展したコロナが中心電極2に到達しブレークダウンに至る。この場合、接地電極4における後方側の縁4fの電界強度が一番強くなるため、それにより完成される放電路は絶縁体3を這いやすくなる。その結果、チャンネリングが発生しやすくなる。一方、図5

(a)に示すように、電圧印加の極性を中心電極2側で正とする本発明の構成の場合は、中心電極2の縁2eから進展したコロナが接地電極4に到達しブレークダウンに至る。ここで、接地電極4は、もともと絶縁体3と気中を隔てているため、電界の集中は絶縁体3の影響を受けにくい。従って、それにより完成される放電路は絶縁体3から少し浮く形となり火花アタックによるチャンネリングが生じにくくなるものと考えられる。他方、このようにコロナは絶縁体3の側から延びるために、絶縁体3の貫通が起りにくくなる。その理由としては、図6に示す従来の構成では、接地電極4側からコロナが延びるため、絶縁体3に対し高電圧のストレスを直接与えることとなるが、図5(a)に示すような本発明の構成であれば、絶縁体3にそれほど高い電圧がかからないためであると考えられる。

【0038】なお、図5(b)に示すように、絶縁体3の先端面が接地電極4の端面の後方側の縁4fに近づくと(いわゆる「かぶり」が小さい時)、耐チャンネリング性が低下する場合があるので注意を要する。すなわち、放電時の電圧印加極性は中心電極2側が正であるから、前述の正極側コロナ放電の一般的な挙動から考えれば、該中心電極2の縁2eから進展したコロナが接地電極4の端面に向かって延びるが、後方側の縁4fに近づくため、該縁4fに到達しブレークダウンに至ると推測される。その結果、完成される放電路として、前記後方側の縁4fの近傍において絶縁体3の先端面を這う形態を有するものの発生頻度が増加する場合があるためである。この場合、後方側の縁4fにアールや面取りを付与する等の対策を講ずることが有効である。

【0039】一方、スパークプラグ1がいわゆる「燐り」や「かぶり」により汚損した場合は、放電挙動は上記とは異なったものになると考えられる。すなわち、図7(a)及び(b)に示すように、汚損が進行して絶縁体3の表面にカーボン等の導電層Fが形成されると該表面の電気抵抗が小さくなり放電電圧が下がって、接地電極4との距離が近い絶縁体3との間で火花が飛びやすくなる。この火花放電により上記導電層Fが焼き切られ、スパークプラグ1の汚損状態が改善される。導電層Fが焼き切られた後は図5の放電形態に戻ると考えられる。

【0040】また、図5に示すように、本実施例のスパークプラグ1では、中心電極2の先端が絶縁体3の先端から突出していることで、その突出部の外周面と接地電極4の発火面4aとの間には第一ギャップg1が、また、絶縁体3の外周面と発火面4aとの間には第二ギャ

(8)

13

ツップ g_2 が形成されている。これにより、該スパークプラグ1は、汚損がそれほど進行しない場合には第一ギャップ g_1 で火花放電し、汚損が進行すると第二ギャップ g_2 で火花放電することで、絶縁体3の表面の汚損の進行を自動検出してこれを焼き切る汚損検出・浄化機能を備えていると見ることもできる。ただし、このような形態で2つのギャップ g_1 、 g_2 を形成しても、図6のように電圧印加極性が上記と逆であれば、火花放電は多くが第二ギャップ g_2 で起こる形となり、第一ギャップ g_1 はほとんど機能しない。その結果、絶縁体3の表面は、第二ギャップ g_2 での恒常的な放電により非汚損時でも常に火花のアタックに曝されるので、チャンネリングを招きやすくなる。これに対し、本発明のスパークプラグ1は、絶縁体3との間の放電割合が汚損進行時に増加するのでチャンネリングが進行しにくいということもできる。なお、このような効果をより顕著なものとするためには、図8に示すように、上記第一ギャップ g_1 の幅 w_1 を1.4～1.8mm、第二ギャップ g_2 の幅 w_2 を0.4～0.8mmの範囲で調整するのがよい。

【0041】ここで、スパークプラグ1の耐チャンネリング性をより良好なものとするためには、図8(b)において、中心電極2の先端面2fと発火面4aの前方側の縁4eとの間の、中心電極2の軸線方向における距離 h を0.7mm以下(望ましくは0.5mm以下)の範囲で調整するのがよい。また、同様に、接地電極4の発火面4aの後方側の縁4fから前方側の縁4eまでの距離をHとして、 h/H を0.5以下の範囲で調整するのがよい。さらに、H-h、すなわち、絶縁体先端面3eの接地電極先端面の後方側縁4fからの突出量は、1.2mm以下とするのがよい。

【0042】次に、上記スパークプラグ1においては、中心電極2の先端部2aの軸断面径を大きくするほどチャンネリング抑制効果は高まり、逆に軸断面径を小さくするほど耐汚損性が向上する。そして、両者のバランスを考慮すれば、上記中心電極2の先端部2aの軸断面径を0.6～2.2mm(望ましくは1～1.8mm)の範囲で調整するのがよい。

【0043】また、中心電極2は、図9に示すように先端面2fが絶縁体3の先端面3eと面一となるように配置することもできる。また、図10に示すように、先端面2fが絶縁体3の先端面3eよりも該絶縁体3の内部に引っ込んで位置するように配置してもよい。いずれの場合も、中心電極2の外周面と接地電極4の発火面4aとが直接対向する部分が生じなくなる。そして、汚損がそれほど進行していない場合は、火花Sの放電路は、接地電極4の主に発火面4aの前方縁4eと中心電極2の先端部2aとの間で、絶縁体3の先端部3aを迂回する形で形成されると考えられる。一方、汚損が進行すると、絶縁体3の表面に堆積した導電性付着物と、発火面4aの前方縁4e及び後方縁4fのうち絶縁体3の表面

14

に近いものとの間で形成されると考えられる。

【0044】この場合、図8(b)において中心電極2の先端面2fの突出高さ t が小さくなるほど、中心電極2の周囲に形成される火花の伝播経路が分散しやすくなり、スパークプラグ1の耐チャンネリング性と耐汚損性とが向上する。一方、中心電極2の引っ込み深さ t' 、

(図8(c))が大きくなるほど、火花の伝播経路が絶縁体3の表面に近づきやすくなり、いわば火花が絶縁体3の表面に押し付けられる形となって耐チャンネリング性が悪化する。よって、中心電極2を絶縁体3から突出させる場合にはその突出高さ t を1mm以下とし、逆に引っ込ませる場合はその引っ込み深さ t' を0.3mm以下の範囲で調整するのがよい。突出高さ t が1.0mmを超えるとスパークプラグ1の耐チャンネリング性と耐汚損性とが不十分となる場合がある。該突出高さ t より望ましくは0.5mm以下に設定するのがよい。一方、引っ込み深さ t' が0.3mmを超えると耐チャンネリング性が不足する場合がある。該引っ込み深さ t' は、より望ましくは0.1mm以下で調整するのがよい。

【0045】以下、スパークプラグ1の各種変形例について説明する。まず、図11に示すように、上記スパークプラグ1においては、中心電極2を挿入するための絶縁体3の孔部3dの開口周縁部に面取部3bを形成することができる。これにより、放電路を分散させることができ、ひいてはチャンネリング抑制効果をさらに高めることができる。なお、該面取部3bの大きさは $C=0.2\sim0.8$ mm程度に設定するのがよい。

【0046】一方、スパークプラグ1は、接地電極4の先端部の端面4aを中心電極2の側面に対向させる形態に限られるものではなく、例えば図16に示すように、接地電極4の先端部を上方に曲げ返し、該先端部の側面を中心電極2の側面と対向させる形態としてもよい。この場合、その対向する側面4bが主な発火面として機能しうることとなる。そして、該側面4bが発火面となる場合には、中心電極2の軸方向後方側にエッジ部分が生じなくなり、絶縁体3の表面をアタックする放電路が該位置で形成されにくくなってチャンネリングをさらに抑制することが可能となる。

【0047】また、図13に示すように、スパークプラグ1は、中心電極2の先端部において、少なくともその先端面の外周縁を含む部分を、 R_u 、 R_h 、 P_d 、 O_s 、 I_r 、及び P_t の少なくともいずれかを主成分とする金属ないし該金属を主体とする複合材料(例えば金属-酸化物複合材料)で構成された発火部2cとができる。発火部2cの具体的な材質としては、 P_t-Ni 合金、例えば P_t を主体として Ni を15重量%以上含有する合金を使用することができる。

【0048】発火部2cは、例えば上記金属ないし複合材料で構成されたチップを溶接部2dにより固着して形

(9)

15

成することができる。発火部2cを構成する上記材料は耐熱性と耐腐食性とに優れ、ひいては発火部2cの消耗を抑制してスパークプラグ1の耐久性を向上させることができる。なお、発火部2cは、図13(a)に示すように、中心電極2の先端面2fの全面を含む形態で形成しても、同図(b)に示すように、先端面2fの縁部のみを含むように環状形態で形成してもいずれでもよい。後者の場合は高価な貴金属の量を減らすことができるのでスパークプラグ1の製造コスト低減の効果も合わせて達成できる。

【0049】図13(b)の発火部2cは、例えば次のようにして形成することができる。すなわち、図14

(a)に示すように、中心電極2となるべきNi製の電極素材30の先端部に、溝(例えば台形状断面を有するもの)31を周方向に沿って形成し、その溝31に環状のPt部材340(例えばPt線を環状に丸めたもの)を嵌め込んでかしめる。そして、同図(b)に示すように、電極素材30を所定速度で回転させながら、レーザービーム37をPt部材340に照射する。これにより、同図(c)に示すようにPt部材340と電極素材30とが溶融してPt-Ni合金部34が形成される。なお、レーザービーム37の照射条件及びPt部材340の寸法は、形成される上記Pt-Ni合金部34中のNi含有量が15重量%以上となるように調整する。そして、同図(d)に示すように、先端面2fの周縁に、上記Pt-Ni合金部34に基づく発火面2cが露出するように、電極素材30の先端部を切断、研磨あるいは切削等により除去することにより、中心電極2が完成する。

【0050】一方、図15(a)に示すように、スパークプラグ1は、接地電極4の先端部の端面4aの少なくとも一部を、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、及びPtの少なくともいずれかを主成分とする金属ないし該金属を主体とする複合材料(例えば金属-酸化物複合材料部材)からなる消耗抑制部4gとすることができます。上記消耗抑制部4gの具体的な材質としては、前記した発火部2cと同様に、Pt-Ni合金、例えばPtを主体としてNiを15重量%以上含有する合金を使用することができる。ここでは、図15(b)に示すように、接地電極4の端面4aの後方側の縁から前方側の縁までの距離をHとし、該端面4aの後方側の縁からH/2よりも先端側に位置する領域の一部を含む形で、消耗抑制部4gを形成している。負電位となる接地電極4は、放電によって生じる陽イオンが衝突することにより消耗しやすいため、正電位となる中心電極3よりも消耗が大きい。消耗抑制部4gを構成する上記材料は耐熱性と耐腐食性とに優れるため、接地電極4の先端部の端面4aの消耗を抑制してスパークプラグ1の耐久性を向上させることができる。

【0051】図15(c)に示すように、消耗抑制部4

(9)

16

gは、例えば上記金属ないし複合材料で構成されたチップ4g'を、端面4aにレーザ溶接又は抵抗溶接により固着して形成することができる。ここでは、端面4cに凹部4bを作り、ここにチップ4g'を嵌め込んで境界部分に溶接部Wを形成することにより、消耗抑制部4gを設けている。

【0052】なお、中心電極2側の発火部2c(図13)と、接地電極4側の消耗抑制部4gとは、これらを双方ともに形成してもよいが、中心電極2側の消耗がそれほど問題にならない場合には、該側の発火部2cは特に設けず、接地電極4側の消耗抑制部4gのみを形成するようにしてもよい。

【0053】

【実施例】図2、図9、図10に示す各スパークプラグの性能試験を以下のようにして行った。まず、図8

(a)においてw1(図2の場合は第一ギャップg1の大きさ、図9及び図10の場合は発火面4aから中心電極2の先端部側面までの距離)を1.6mm、ギャップg2の大きさw2を0.6mmに設定した。また、図8

(b)において、Hを1.3mmとし、tを0~1mm、t'を0~1mmの範囲で調整した。また、h/Hを0.50%、70%のいずれかとした。さらに、中心電極2の先端径は0.5~2.4mmの範囲で調整した。

【0054】まず、これらのスパークプラグの耐チャンネリング性を調べるために、ピーク電圧約20kVの高電圧を中心電極2側を正とする極性で60Hzにて断続的に印加し、約5気圧の空気加圧雰囲気中で500時間印加し、絶縁体3の表面に生じたチャンネリング溝の深さを走査型電子顕微鏡観察により測定した。なお、比較のため、接地電極4側を正、中心電極2側を負とする電圧印加極性でも同様の試験を行った。なお、判定条件は、溝深さが0.2mm未満を軽度(○)、0.2~0.4mmを中度(○)、0.4mmを超えるものを重度(×)とした。結果を図19に示す(表内各欄には、左よりh/Hが0%、50%及び70%の各結果を示している)。

【0055】次に、各スパークプラグの耐汚損性を調べるために、下記の条件でプレデリバリ耐久試験を行った。すなわち、スパークプラグ1を接地電極4側を負、中心電極2側を正とする電圧印加極性で試験用自動車に取り付け、図20に示す走行パターン(JIS:D1606に例示されているもの。テスト室温:-10°C)を1サイクルとして、スパークプラグ1の絶縁抵抗が10MΩ以下に低下するまでこれを繰り返し、そのサイクル数により20サイクル以上を「○」、10~19サイクルを「○」、5~9サイクルを「△」、4サイクル以下を「×」(○と○は可、△と×は不可)として判定した。なお、比較のため、接地電極4側を正、中心電極2側を負とする電圧印加極性でも同様の試験を行った。結

(10)

17

果を図21に示す。

【0056】まず、図21から明らかなように、中心電極を正とする実施例の構成((a))は、これを負とする比較例の構成((b))と比べて、同等ないしそれ以上の耐汚損性を示すとともに、図19に示すように、絶縁体へのチャンネリングの発生頻度が劇的に低減しており、スパークプラグを長寿命化できることがわかる。また、図19(a)に示す通り、本実施例の構成

((a))では、中心電極の先端部の軸断面径を大きくするほどチャンネリング抑制効果を高めることができ、図21(a)に示すように、逆に軸断面径を小さくするほど耐汚損性を向上させることができる。そして、チャンネリング抑制と耐汚損性の確保とを両立させるためには、上記中心電極の先端部の軸断面径を0.6~2.2mm(望ましくは1~1.8mm)の範囲で調整するのがよいことがわかる。また、耐チャンネリング性をより良好なものとするためには、 h/H を0.5以下の範囲で調整するのがよいこともわかる。

【0057】一方、図19(a)に示すように、中心電極の先端面の突出高さ t が小さくなる(あるいは引っ込み深さ t' が小さくなる)ほど耐チャンネリング性と耐汚損性とが向上し、引っ込み深さ t' が大きくなると耐チャンネリング性が悪化することがわかる。そして、チャンネリング抑制と耐汚損性の確保とを両立させるためには、突出高さ t を1mm以下(望ましくは0.5mm以下)とするか、引っ込み深さ t' を0.3mm以下の範囲で調整するのがよいことがわかる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のスパークプラグの一例を示す正面全体図。

【図2】その要部を示す側面断面図。

【図3】本発明の内燃機関用点火システムの一例を示す回路図。

【図4】本発明の内燃機関用点火システムの変形例を示す回路図。

【図5】本発明のスパークプラグにおける火花放電挙動の説明図。

【図6】従来のスパークプラグにおける火花放電挙動の説明図。

【図7】本発明のスパークプラグにおける汚損時の火花

18

放電挙動の説明図。

【図8】図2のスパークプラグにおける2つのギャップの形成状態を示す断面図。

【図9】図2のスパークプラグの第一の変形例を示す断面図。

【図10】図2のスパークプラグの第二の変形例を示す断面図。

【図11】同じく第三の変形例を示す断面図。

【図12】複数の接地電極を有するスパークプラグのいくつかの実施例を示す平面図。

【図13】図2のスパークプラグの第四の変形例を示す断面図。

【図14】図13(b)の発火部の形成方法の一例を示す工程説明図。

【図15】図2のスパークプラグの第五の変形例の要旨を示す斜視図及びその製造工程説明図。

【図16】同じく第五の変形例を示す断面図。

【図17】従来型のイグニッションシステムから本発明に適したイグニッションシステムへの仕様変更例を示す概念図。

【図18】同じく、その他の各種の仕様変更例を示す概念図。

【図19】スパークプラグの耐チャンネリング性の試験結果を示す表。

【図20】耐汚損性試験の走行パターンを示す説明図。

【図21】耐汚損性試験の結果を示す表。

【符号の説明】

1 スパークプラグ

2 中心電極

2 a 先端部

2 c 発火部

3 絶縁体

3 a 先端部

4 接地電極

4 a 端面(発火面)

4 b 側面(発火面)

5 主体金具

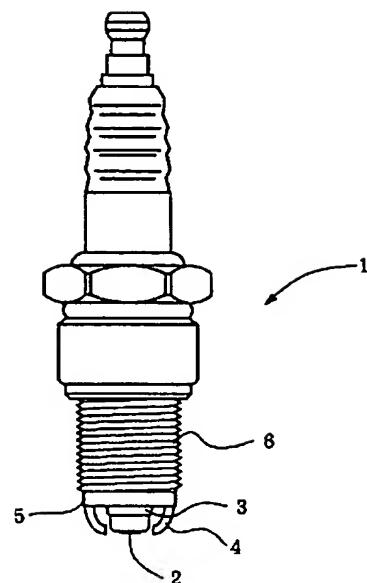
6 ねじ部

4 9 イグニッションシステム(高電圧印加手段)

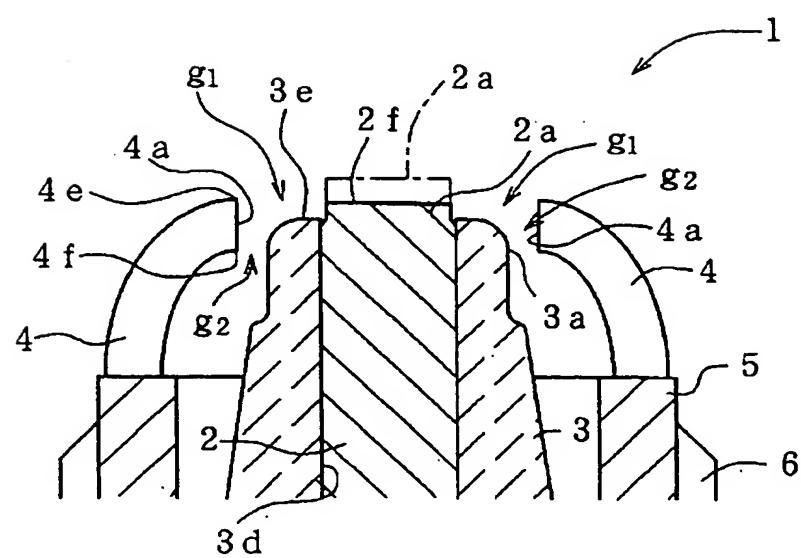
40

(11)

【図1】

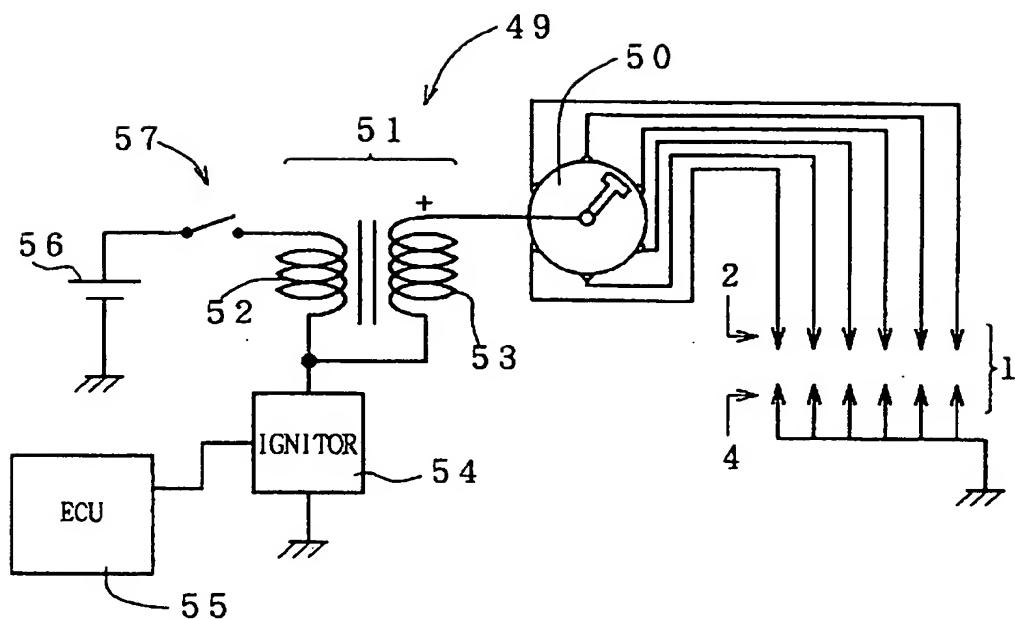


【図2】

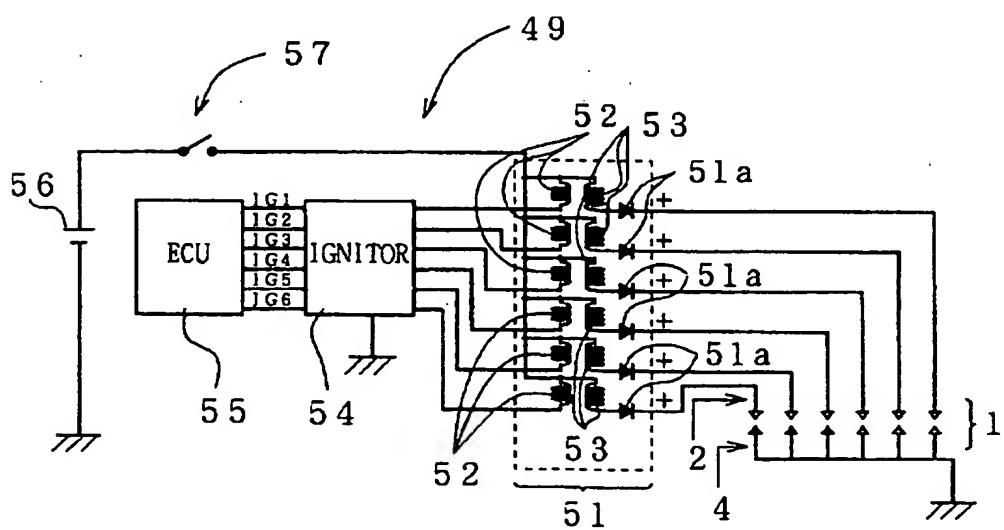


(12)

【図3】



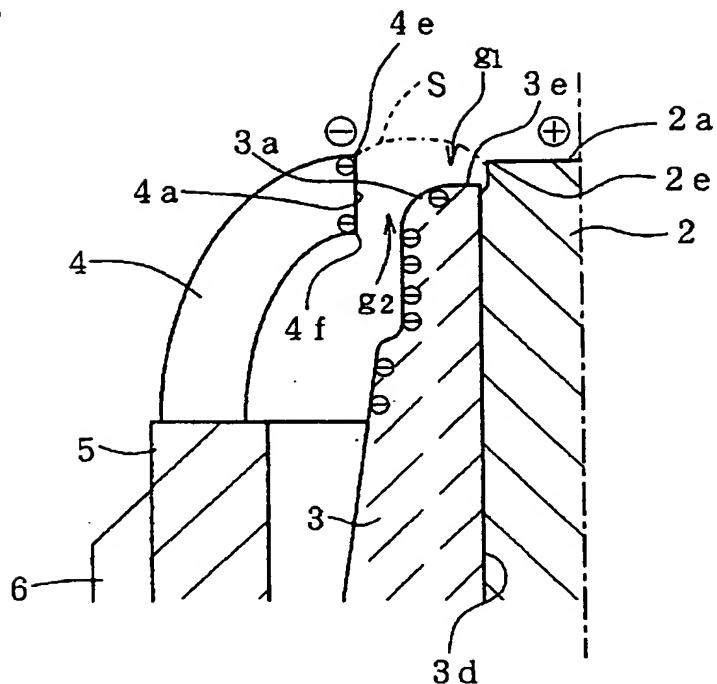
【図4】



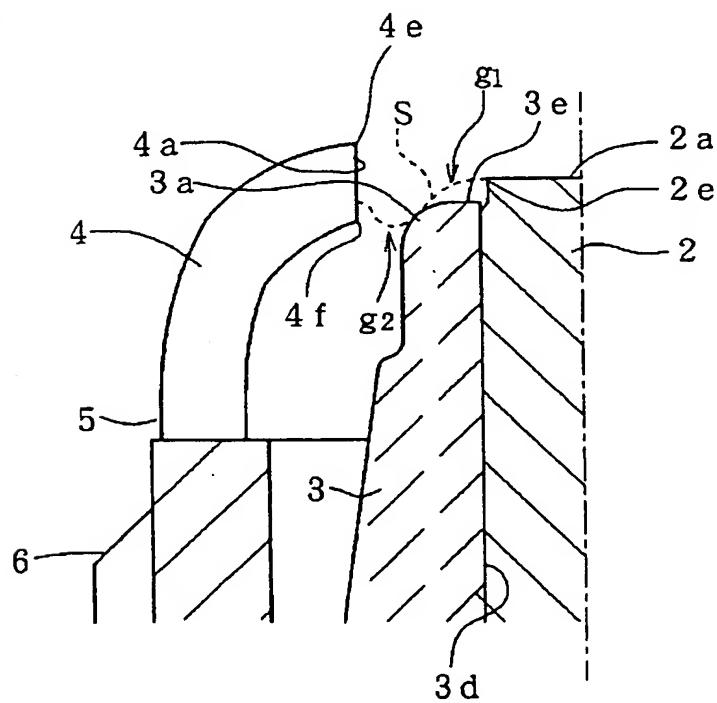
(13)

[図5]

(a)

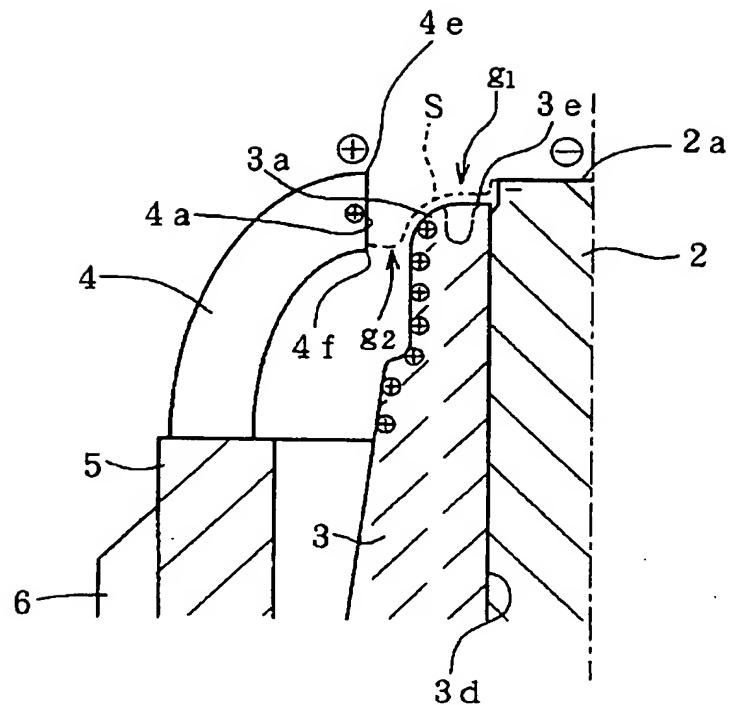


(b)

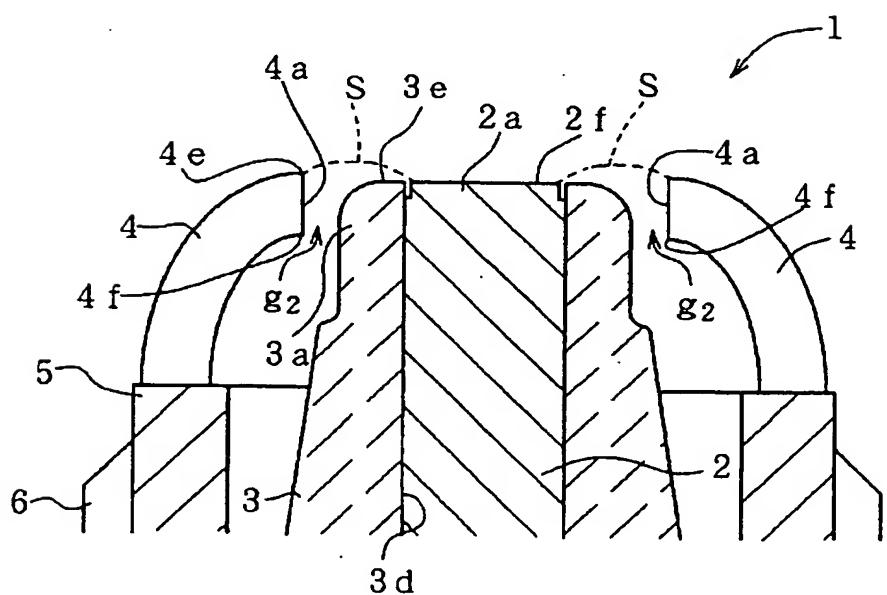


(14)

【図6】



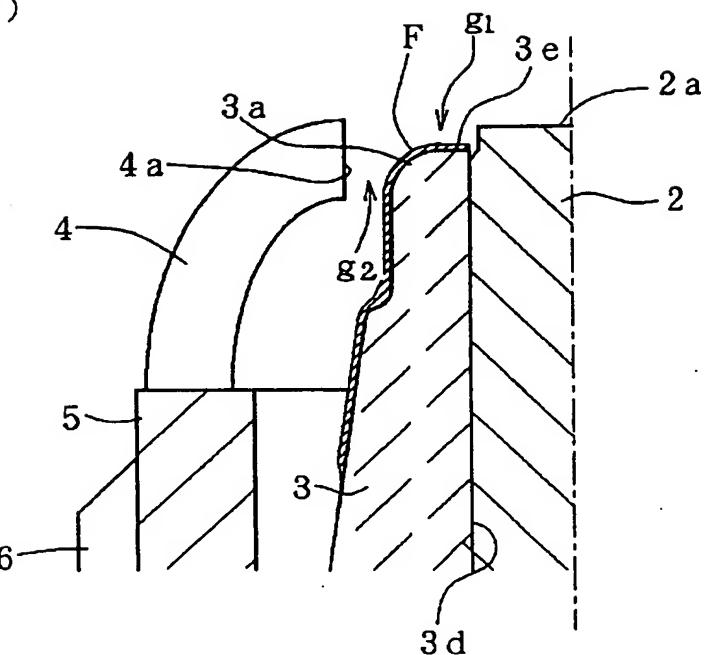
【図9】



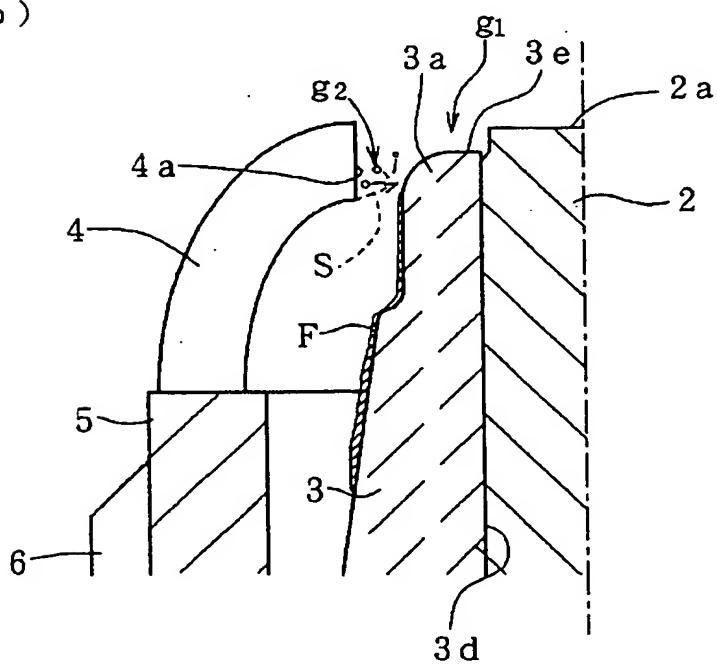
(15)

【図7】

(a)



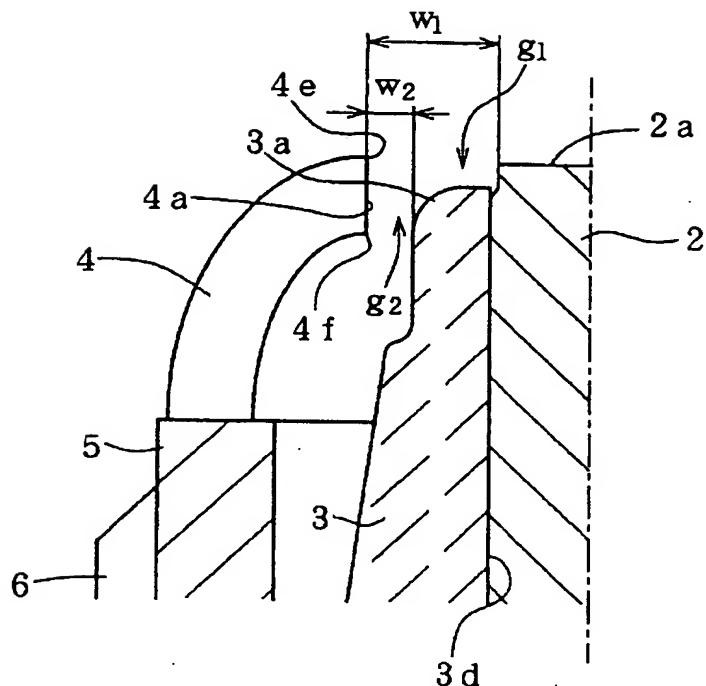
(b)



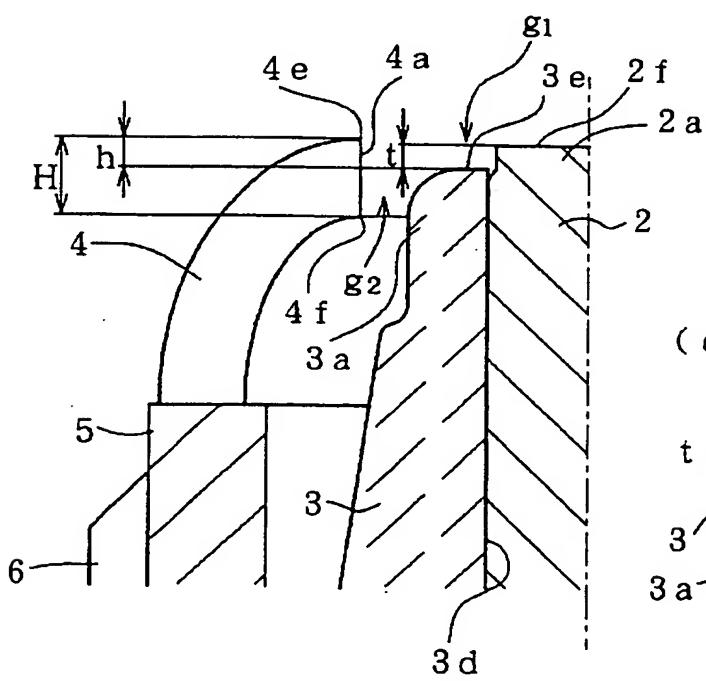
(16)

[图 8]

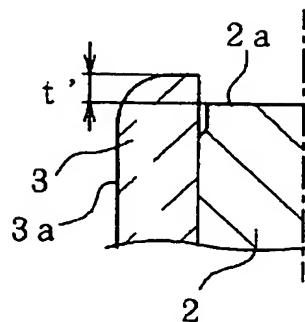
(a)



(b)

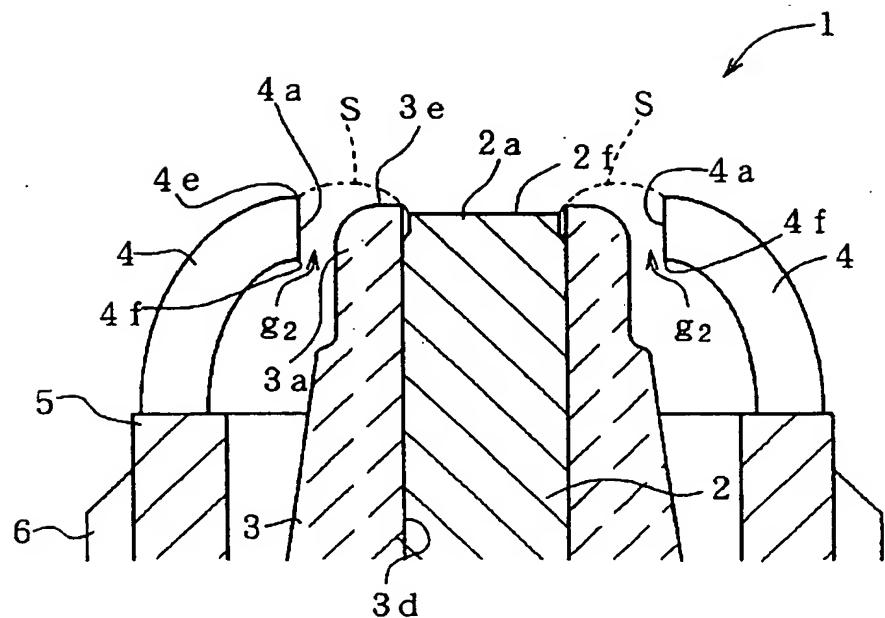


(c)

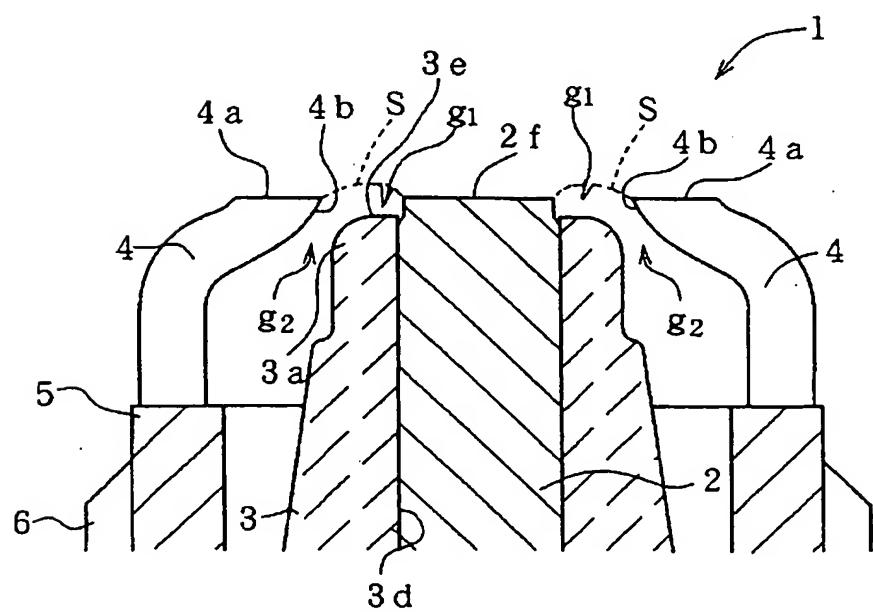


(17)

【図10】

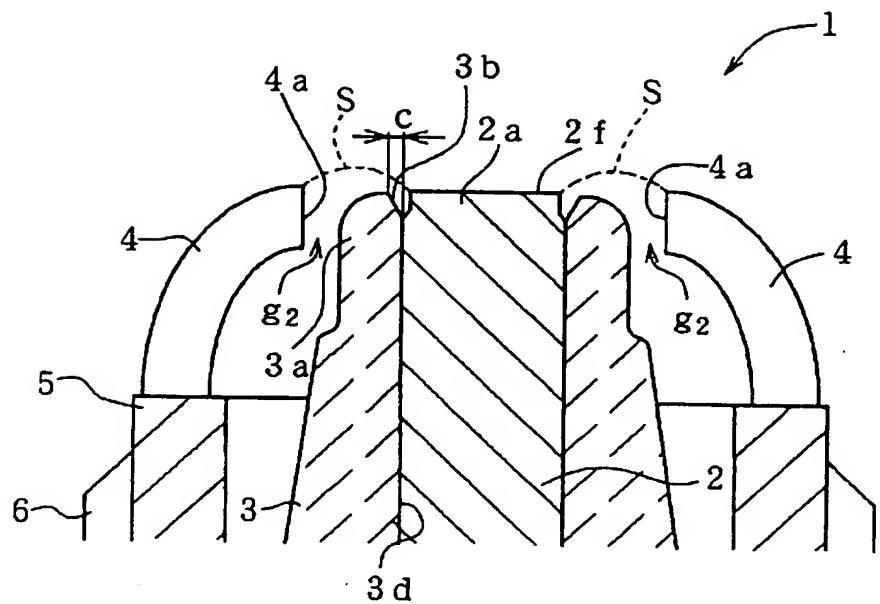


【図16】



(18)

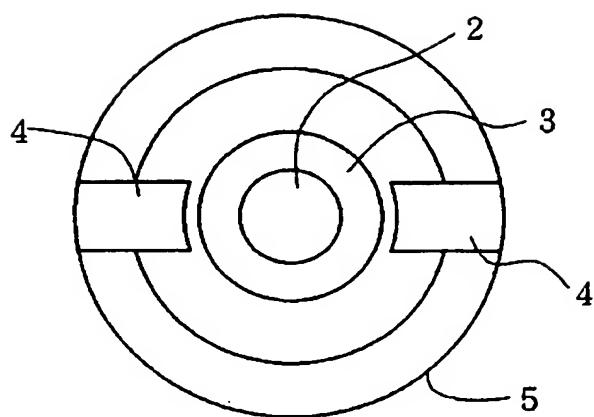
【図11】



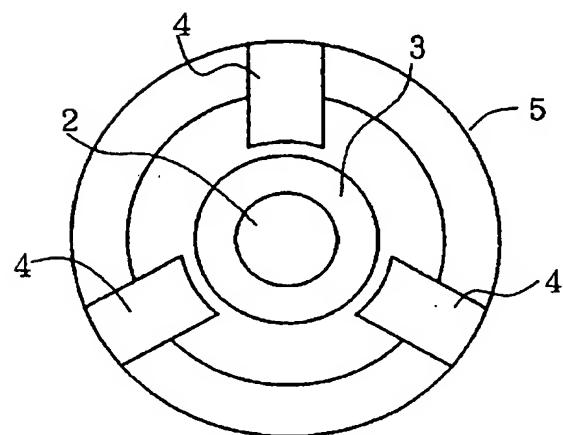
(19)

【図12】

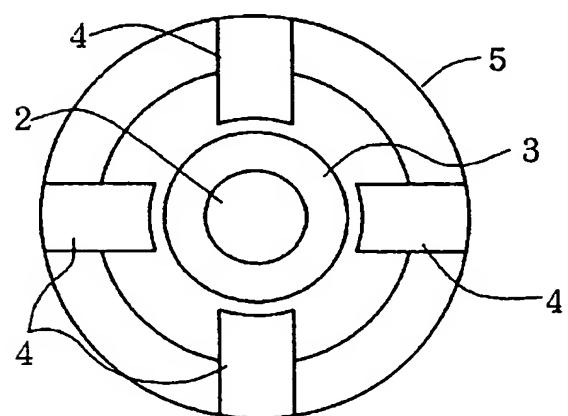
(a)



(b)

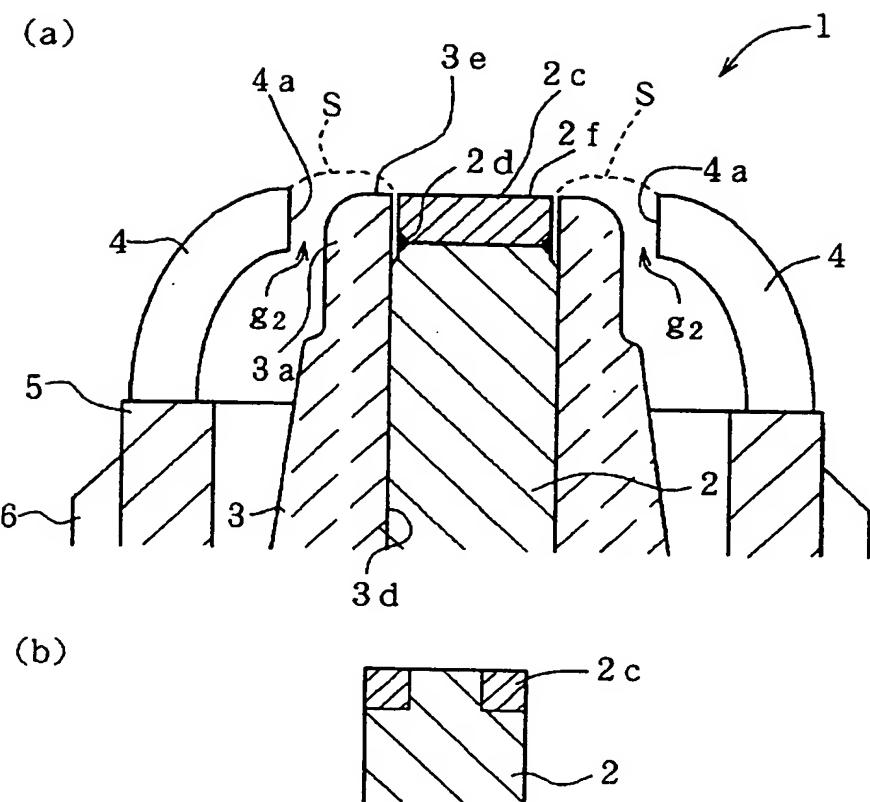


(c)



(20)

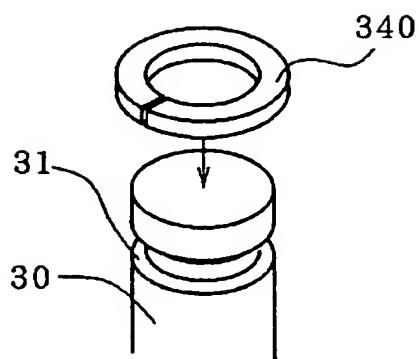
【図13】



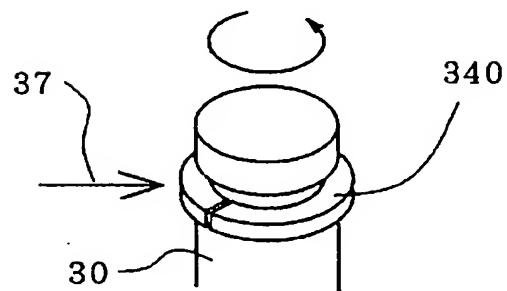
(21)

【図14】

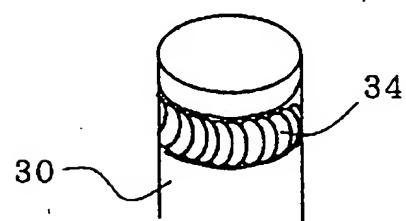
(a)



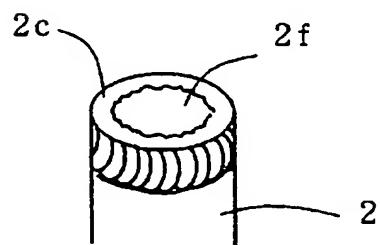
(b)



(c)

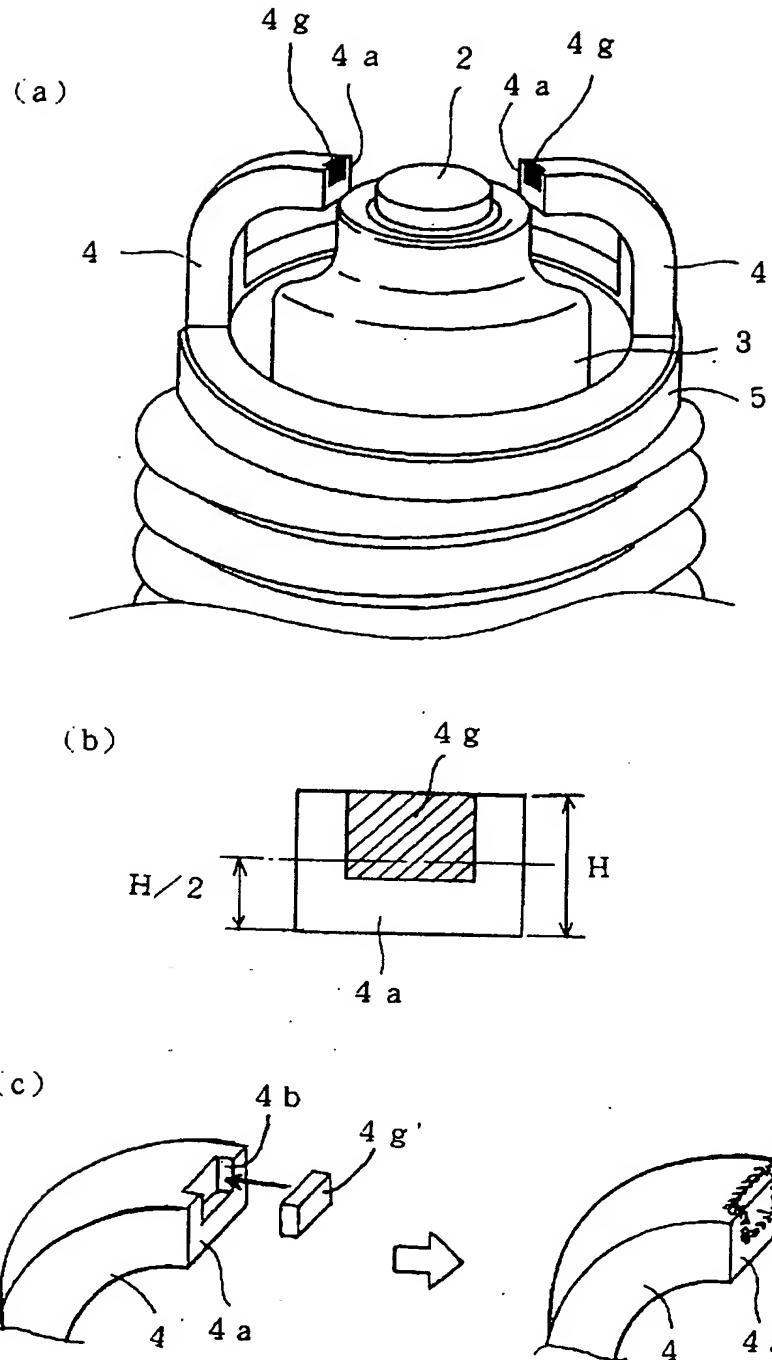


(d)



(22)

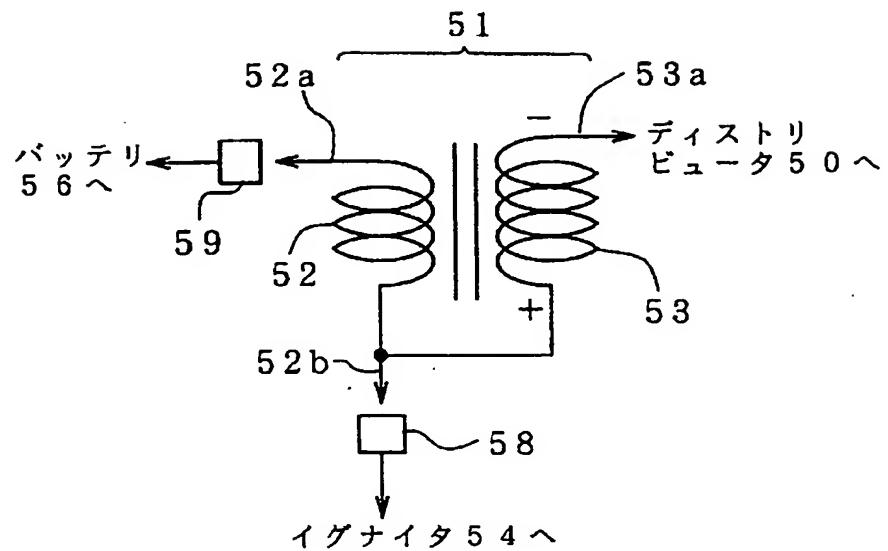
【図15】



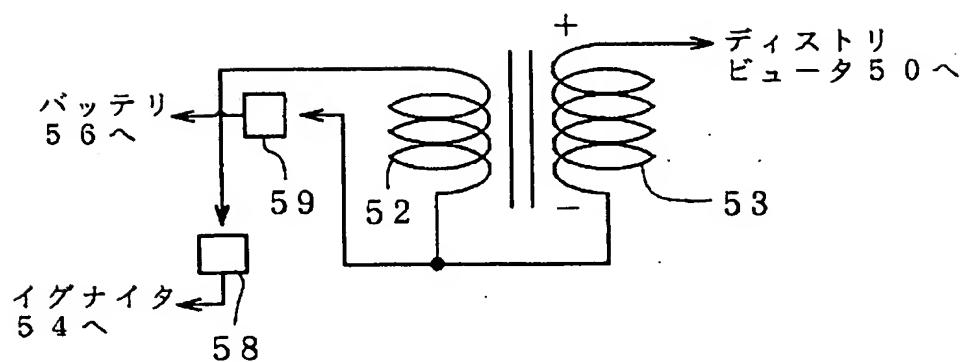
(23)

[図17]

(a)



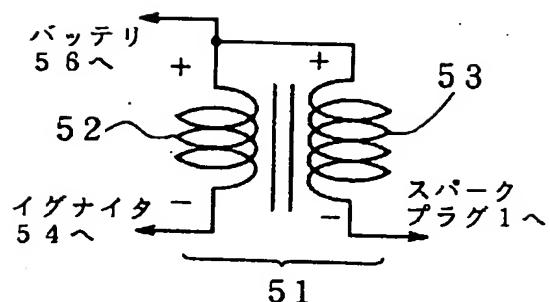
(b)



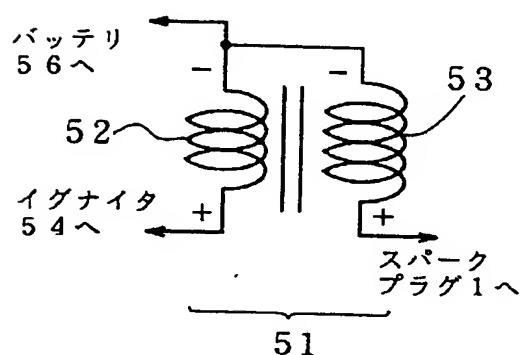
(24)

[図18]

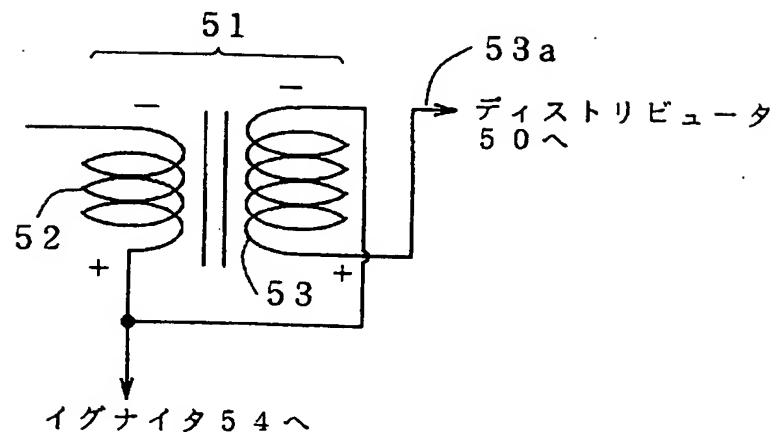
(a)



(b)



(c)



(25)

[図19]

(a) 中心電極正

		中心電極引っ込み量 t' (mm) 中心電極突出量 t (mm)				
		$t' = 1$	$t' = 0.3$	0	$t = 0.5$	$t = 1$
中心電極先端径 (mm)	0.5	×××	×××	×××	×××	×××
	0.6	×××	×××	○○×	○○×	×××
	1	×××	○○×	◎◎×	○○×	○○×
	1.2	×××	○○×	◎◎×	◎◎×	○○×
	1.6	×××	○○×	◎◎×	◎◎×	○○×
	1.8	×××	○○×	◎◎○	◎◎×	○○×
	2	×××	◎◎×	◎◎○	◎◎×	◎◎×
	2.2	×××	◎◎×	◎◎○	◎◎○	◎◎×
	2.4	○○×	◎◎○	◎◎○	◎◎○	◎◎○

外側位置 (h/H) 0, 50, 70 %

火花耐久条件 0.5 MPa, 60 Hz, 500 Hr

チャンネリング 重度: ×

中度: ○

軽度: ◎

(b) 中心電極負

		中心電極引っ込み量 t' (mm) 中心電極突出量 t (mm)				
		$t' = 1$	$t' = 0.3$	0	$t = 0.5$	$t = 1$
中心電極先端径 (mm)	0.5	×××	×××	×××	×××	×××
	0.6	×××	×××	××	×××	×××
	1	×××	×××	○××	○××	×××
	1.2	×××	×××	○○×	○○×	×××
	1.6	×××	×××	○○○	○○×	×××
	1.8	×××	○○×	○○○	○○○	×××
	2	×××	○○○	○○○	○○○	○○×
	2.2	×××	○○○	○○○	○○○	○○×
	2.4	×××	○○○	○○○	○○○	○○○

外側位置 (h/H) 0, 50, 70 %

火花耐久条件 0.5 MPa, 60 Hz, 500 Hr

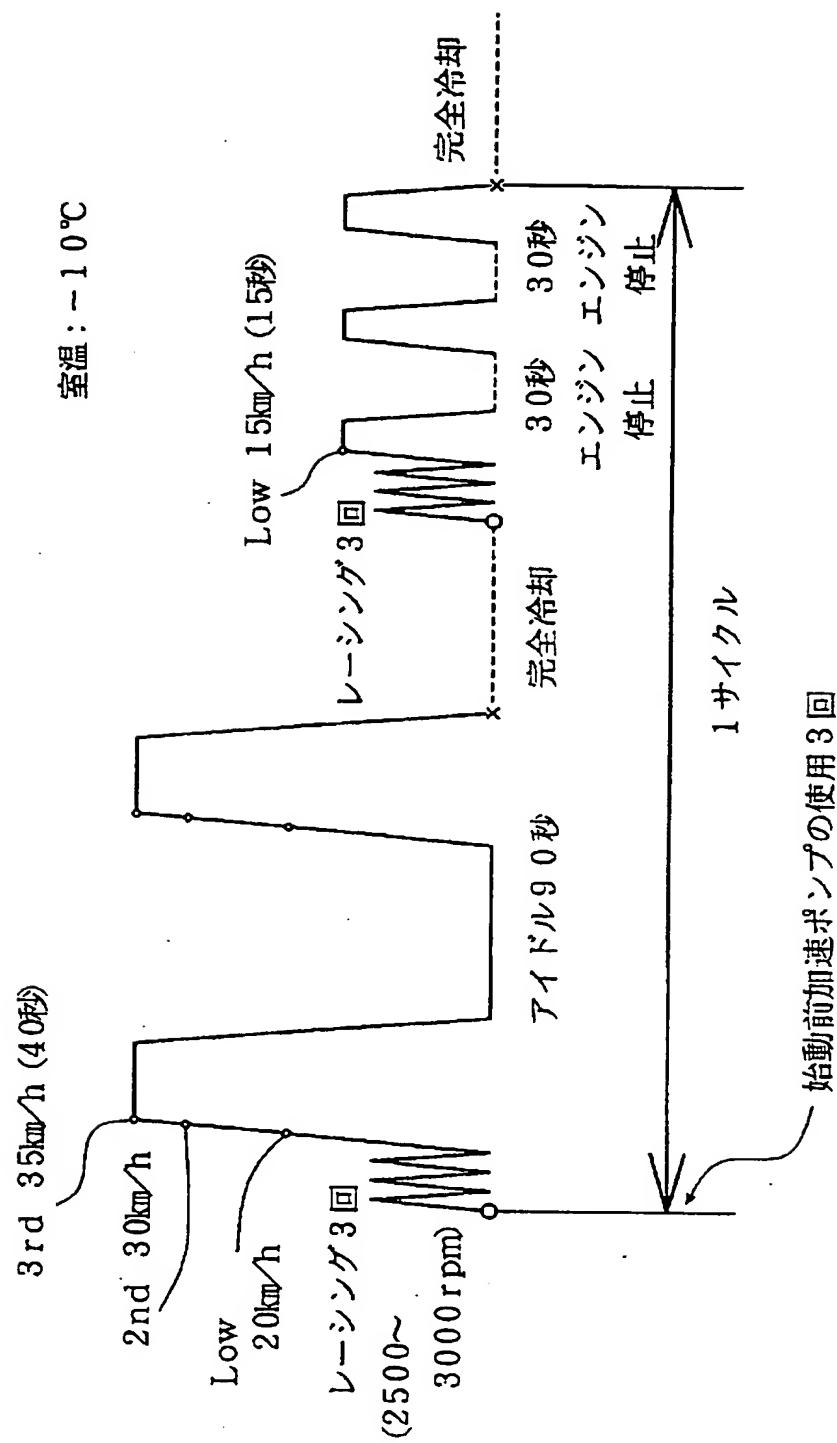
チャンネリング 重度: ×

中度: ○

軽度: ◎

(26)

〔图20〕



(27)

[図21]

(a)

中心電極正

		中心電極引っ込み量 t' (mm) 中心電極突出量 t (mm)				
		$t' = 1$	$t' = 0.3$	0	$t = 0.5$	$t = 1$
中心電極先端径 (mm)	0.6	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	○○○
	1	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	○○○
	1.2	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	○○○
	1.6	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎○○	○○○
	1.8	◎◎◎	◎◎○	◎◎○	○○○	○○△
	2	○○○	○○○	○○○	○○△	△△×
	2.2	○○○	○○○	○○△	△△×	×△×
	2.4	×××	△△×	△××	×××	×××

外側高さ (h/H) 0, 50, 70 %

10 MΩ 到達サイクル

◎ : 20 サイクル以上

○ : 10 ~ 19 サイクル

△ : 5 ~ 9 サイクル

× : 4 サイクル以下

(b)

中心電極負

		中心電極引っ込み量 t' (mm) 中心電極突出量 t (mm)				
		$t' = 1$	$t' = 0.3$	0	$t = 0.5$	$t = 1$
中心電極先端径 (mm)	0.6	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎◎○	○○○
	1	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎○○	○○○
	1.2	◎◎◎	◎◎◎	◎○○	◎○○	○○○
	1.6	◎◎◎	◎○○	◎○○	○○△	○○△
	1.8	○○○	○○○	○○○	○○×	○○×
	2	○○△	○○○	○○○	○○×	△△×
	2.2	○○△	○○△	○○△	○○×	△××
	2.4	○○×	○○×	○○×	○△×	×××

外側高さ (h/H) 0, 50, 70 %

10 MΩ 到達サイクル

◎ : 20 サイクル以上

○ : 10 ~ 19 サイクル

△ : 5 ~ 9 サイクル

× : 4 サイクル以下

(28)

フロントページの続き

(72) 発明者 鈴木 彰

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日
本特殊陶業株式会社内

(72) 発明者 山口 誠

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日
本特殊陶業株式会社内